

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
 (c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013833535 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2001-317747/200134

XRPX Acc No: N01-228144

**Fuel injection valve has compression device that pressurizes fuel remaining in gap according to core movement to displace fuel to region forming fuel passage for fuel ejected through gap**

Patent Assignee: AISAN KOGYO KK (AISA )

Inventor: IKEYA M; TAKEDA S

Number of Countries: 003 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 10050590	A1	20010503	DE 1050590	A	20001012	200134 B
JP 2001123907	A	20010508	JP 99304024	A	19991026	200142
US 6367721	B1	20020409	US 2000614908	A	20000712	200227

Priority Applications (No Type Date): JP 99304024 A 19991026

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

DE 10050590 A1 18 F02M-051/06

JP 2001123907 A 9 F02M-051/06

US 6367721 B1 B05B-001/30

Abstract (Basic): DE 10050590 A1

**NOVELTY** - The valve has an electromagnetic solenoid in a valve body, an axially movable core in the solenoid, a valve needle and a fixed area approached by the core when the needle moves in the closing direction to form a gap between the fixed area and core when the valve closes. A compression device places fuel remaining in the gap under pressure corresponding to the closing movement of the core to displace the fuel to a region forming a fuel passage.

**DETAILED DESCRIPTION** - The fuel injection valve has an electromagnetic solenoid in a valve body, an axially movable core (4) inside the solenoid, a valve needle (5), a fixed area (8) approached by the core when the needle moves in the closing direction to form a gap (S1) between the fixed area and movable core when the valve closes and a compression device. The compression device places fuel remaining in the gap under pressure corresponding to the movement of the core towards the closing side to displace the fuel to a region forming a fuel passage for fuel ejected through the gap.

**USE** - For a fuel injection system for an internal combustion engine.

**ADVANTAGE** - Operating noise when closing a needle valve is reduced and degradation of the fuel dosing characteristics caused by valve element bounce at the time of valve closure is prevented.

**DESCRIPTION OF DRAWING(S)** - The drawing shows a schematic sectional representation of the periphery of a movable core

core (4)

valve needle (5)

fixed area (8)

gap (S1)

pp; 18 DwgNo 2/13

Title Terms: FUEL; INJECTION; VALVE; COMPRESS; DEVICE; PRESSURISED; FUEL; REMAINING; GAP; ACCORD; CORE; MOVEMENT; DISPLACE; FUEL; REGION; FORMING;

FUEL; PASSAGE; FUEL; EJECT; THROUGH; GAP

Derwent Class: P42; Q53; X22; X25

International Patent Class (Main): B05B-001/30; F02M-051/06

International Patent Class (Additional): F02M-051/00; F02M-061/08;

F02M-061/10; F02M-061/16; F16K-031/06

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): X22-A02A; X25-L01A

?

⑩ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

⑩ DE 100 50 590 A 1

⑩ Int. Cl. 7:

F 02 M 51/06

DE 100 50 590 A 1

⑪ Aktenzeichen: 100 50 590.2

⑫ Anmeldetag: 12. 10. 2000

⑬ Offenlegungstag: 3. 5. 2001

⑩ Unionspriorität:

11 304024 26. 10. 1999 JP

⑪ Erfinder:

Ikeya, Masaki, Obu, Aichi, JP; Takeda, Sumito, Obu, Aichi, JP

⑪ Anmelder:

Aisan Kogyo K.K., Obu, Aichi, JP

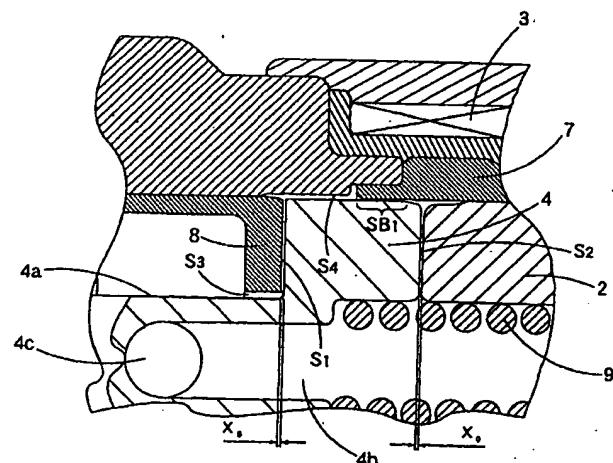
⑪ Vertreter:

Blumbach, Kramer & Partner GbR, 81245 München

## Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

### ④ Kraftstoffeinspritzventil

⑤ Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil ist derart aufgebaut, daß eine Ventilnadel (5) und ein beweglicher Kern (4) in axialer Richtung beweglich in der Innenseite eines Körpers (1) angeordnet sind. Weiter ist ein feststehendes Bauteil (8), dem sich der bewegliche Kern (4) beim Schließen des Ventils nähert, im Körper (1) angeordnet und ist ein Spalt zwischen dem beweglichen Kern (4) und dem feststehenden Bauteil (8) beim Schließen des Ventils ausgebildet. Wenn Kraftstoff, der in dem Spalt zwischen dem beweglichen Kern (4) und dem feststehenden Bauteil (8) zurückbleibt, entsprechend der Bewegung des beweglichen Kerns (4) zur Ventilschließseite hin mit Druck beaufschlagt wird, ist ein Quetschbereich (SB<sub>1</sub>) an einem Bereich angeordnet, der einen Durchlaß für aus dem Spalt herausgedrückten Kraftstoff bildet. Beim Schließen des Ventils wird eine Quetschreaktionskraft (Reaktionskraft gegen die Ausquetschkraft oder Ausdrückkraft, die beim Unterdrucksetzen einer Flüssigkeit und Quetschen einer Flüssigkeit durch den Spalt erzeugt wird) an dem beweglichen Kern (4) erzeugt. Da die Quetschreaktionskraft umgekehrt proportional zur dritten Potenz der Abmessung des Spaltes zwischen dem beweglichen Kern (4) und dem feststehenden Bauteil (8) zunimmt, wird selbst, wenn der Spalt zwischen zwei sich gegenüberliegenden Flächen (d. h., der Spalt zwischen der proximalen Endfläche des feststehenden Bauteils (8) und der distalen Endfläche des beweglichen Kerns (4)) klein ist, eine große ...



DE 100 50 590 A 1

X

## Beschreibung

## Hintergrund der Erfindung

## 1. Gebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf ein elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil, das in einer Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung verwendet wird, und genauer auf ein Kraftstoffeinspritzventil, mit dem Betriebsgeräusche verminder werden können und die Kraftstoffzumesseneigenschaften verbessert werden, indem eine Quetschreaktionskraft einer Flüssigkeit (Restkraftstoff) verwendet wird, die am Umfang eines beweglichen Kerns beim Schließen des Ventils auftritt.

## 2. Beschreibung des Standes der Technik

Ein elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil, wie es in einer Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung verwendet wird, ist im allgemeinen derart aufgebaut, daß ein Kraftstoffanschlußrohr starr mit einem oberen Bereich eines Gehäuses bzw. Körpers verbunden ist, ein elektromagnetisches Solenoid in der Innenseite des Körpers angeordnet ist, ein beweglicher Kern, der durch Erregung des elektromagnetischen Solenoids verschiebbar beweglich ist, vorgesehen ist, eine Ventilnadel an einer distalen Endseite des beweglichen Kerns angebracht ist, ein Ventilkörper, der mit einem Ventilsitz versehen ist, an einer distalen Endseite des Körpers derart angebracht ist, daß der Düsenkörper die Ventilnadel umgibt. Weiter ist ein Einsatzrohr in die Innenseite des Kraftstoffanschlußrohres eingesetzt und eine Schraubenfeder, die das Nadelventil in Ventilschließrichtung spannt, ist zwischen dem Einsatzrohr und dem beweglichen Kern angeordnet.

Bei diesem Typ von Einspritzventil wurde ein Kraftstoffeinspritzventil mit dem nachfolgenden Aufbau in der Japanischen offengelegten Gebrauchsmusterveröffentlichung 16596/1984 vorgeschlagen. Ein feststehender Kernbereich ist an einem distalen Endbereich eines Kraftstoffanschlußrohrs vorgesehen, das in der Innenseite eines elektromagnetischen Solenoids positioniert ist. Ein beweglicher Kern ist derart angeordnet, daß er in Berührung mit der distalen Endseite des feststehenden Kernbereiches bringbar ist. Beim Öffnen des Ventils bei Betätigung bzw. Erregung des elektromagnetischen Solenoids wird der bewegliche Kern, der integral mit einem Nadelventil ausgebildet ist, elektromagnetisch zu der feststehenden Kernbereichsseite hin angezogen, so daß eine proximale Endfläche des beweglichen Kernbereiches in Berührung mit der distalen Endfläche des feststehenden Kernbereiches gebracht wird. Beim Schließen des Ventils wird das Nadelventil verschiebbar zu einer distalen Endseite von ihm bewegt, und zwar von einer Schraubenfeder und auch von Kraftstoffdruck, so daß ein Ventilelement in Berührung mit einem Ventilsitz des Düsenkörpers gebracht wird und die distale Endfläche des beweglichen Kerns sich einer Endfläche des Düsenkörpers nähert, womit das Ventil geschlossen wird.

Obwohl das Kraftstoffeinspritzventil mit einem solchen Aufbau einen Spalt zwischen der distalen Endfläche des beweglichen Kerns und der Endfläche des Düsenkörpers beim Schließen des Ventils entstehen läßt, schlägt das Ventilelement des Nadelventils, das das Ventil aufgrund der vorspannenden Federkraft der Schraubenfeder und auch von Kraftstoffdruck stark auf den Ventilsitz des Düsenkörpers beim Schließen des Ventils auf, da der Spalt einige 100 µm beträgt und daher sehr breit ist. Da der Stoß beim Schließen des Ventils groß ist, prallt das Ventilelement beim Schließen des

Ventils als Folge des Stoßes zurück. Entsprechend wird das Ventil nach dem Schließen des Ventils noch leicht geöffnet, was zu einer unerwünschten sekundären Einspritzung aufgrund dieses Prellens bzw. Zurückprallens führt. Entsprechend besteht ein Problem dahingehend, daß die Zumeigenschaft der Kraftstoffeinspritzmenge, die, basierend auf der Ventilöffnungszeit, genau gesteuert werden kann, verschlechtert wird.

## 10 Zusammenfassung der Erfindung

Eine Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Kraftstoffeinspritzventil zu schaffen, mit dem das Betriebsgeräusch beim Schließen eines Nadelventils vermindert werden kann und mit dem die Verschlechterung der Kraftstoffzumeeigenschaft vermieden werden kann, die als Ergebnis eines Prellens des Ventilelements zum Zeitpunkt des Schließens des Ventils auftritt.

20 Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Die Unteransprüche sind auf vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen des Ventils gerichtet.

Das erfindungsgemäße Kraftstoffventil ist derart aufgebaut, daß eine Ventilnadel und ein beweglicher Kern in 25 axialer Richtung beweglich in einem Körper bzw. Gehäuse angeordnet sind, der bzw. das ein elektromagnetisches Solenoid in sich aufnimmt, ein feststehender Bereich, dem sich der bewegliche Kern beim Schließen des Ventils nähert, in dem Körper angeordnet ist, und ein Spalt zwischen dem beweglichen Kern und dem feststehenden Bereich zum Zeitpunkt des Schließens des Ventils gebildet ist. Wenn in dem Spalt zwischen dem beweglichen Kern und dem feststehenden Bereich zurückbleibender Kraftstoff entsprechend der Bewegung des beweglichen Kerns zur Ventilschließseite hin 30 unter Druck gesetzt wird, ist ein Quetschbereich an einem Bereich angeordnet, der einen Durchlaß für aus dem Spalt herausgedrückten Kraftstoff bildet.

35 Wirksam ist, wenn die Abmessung des Spaltes zwischen dem beweglichen Kern und dem feststehenden Bereich auf 3,5 µm bis 32 µm eingestellt ist.

Weiter kann der Quetschbereich, der den Durchlaß für aus dem Spalt herausgedrückten Kraftstoff bildet, im Inneren einer Hülse ausgebildet sein, die am äußeren Umfang des beweglichen Kerns angeordnet ist.

40 Weiter kann der Quetschbereich, der den Durchlaß für aus dem Spalt herausgedrückten Kraftstoff bildet, dadurch gebildet sein, daß ein innerer Umfangsbereich der Hülse einwärts zu einer ringartigen Gestalt gebogen wird.

Weiter kann ein ringförmiges feststehendes Bauteil starr 45 an einer festen Position im Inneren des Körpers als der feststehende Bereich vorgesehen sein.

Das Kraftstoffeinspritzventil mit dem vorgenannten Aufbau ist weiter versehen mit einem Düsenkörper, der in die distale Endseite des Körpers derart eingepaßt ist, daß der 50 Düsenkörper die Ventilnadel von außen bedeckt, einem Ventilsitz, der um eine an einem distalen Endbereich des Düsenkörpers vorgesehene Einspritzöffnung herum ausgebildet ist und einer Schraubenfeder, die den beweglichen Kern zu dem distalen Endbereich hin spannt.

Weiter ist bei einem anderen Ausführungsbeispiel ein Düsenkörper in der Innenseite des distalen Endes des Körpers angebracht, ein ringförmiges, plattenartiges Abstandsbau 55 teil zwischen einem inneren Umfangsschulterbereich des Körpers und einem proximalen Endbereich des Düsenkörpers angebracht und ein Bereich des plattenartigen Abstandsbau 60 teils, der in die Innenseite des Düsenkörpers hin vorsteht, ist als der feststehende Bereich ausgebildet.

Weiter kann bei dem Kraftstoffeinspritzventil, das das



ringförmige feststehende Bauteil an einer gegebenen Position im Inneren des Körpers starr festhält, ein Bereich mit kleinem Durchmesser an der distalen Endseite des beweglichen Kerns ausgebildet sein, und ein Quetschbereich kann an einem inneren Umfangsbereich des ringförmigen feststehenden Bauteils vorgesehen sein, das einen äußeren Umfangsbereich des Bereiches mit kleinem Durchmesser führt.

Bei dem oben genannten Kraftstofffeinspritzventil kann des weiteren durch teilweises Zufügen eines plattenartigen Zwischenraums oder eines keilförmigen Zwischenraums in einem zwischen dem beweglichen Kern und dem feststehenden Bereich ausgebildeten Spalt die Quetschreaktionskraft eingestellt werden, die auf den beweglichen Kern beim Schließen des Ventils einwirkt.

Bei dem Kraftstofffeinspritzventil mit dem beschriebenen Aufbau wird der bewegliche Kern beim Öffnen des Ventils bei Erregung des elektromagnetischen Solenoids zusammen mit der Ventilnadel zu der proximalen Endseite hin elektromagnetisch angezogen und zurückgezogen, d. h., der Seite des feststehenden Kernbereichs, was die Schraubenfeder zusammendrückt. Entsprechend wird das an einem distalen Ende der Ventilnadel vorgesehene Ventilelement um einen gegebenen Abstand von dem Ventilsitz getrennt, so daß das Ventil öffnet, und der Kraftstoff wird von der Einspritzöffnung des Ventilsitzes aus eingespritzt.

Andererseits wird beim Schließen des Ventils das elektrische Signal zu dem elektromagnetischen Solenoid ausgeschaltet, um dessen Erregung zu beenden, und daraufhin werden der bewegliche Kern und die Ventilnadel zur distalen Endseite aufgrund einer Vorspannkraft einer Schraubenfeder und auch von Kraftstoffdruck bewegt. Entsprechend kommt das an dem distalen Ende der Ventilnadel vorgesehene Ventilelement in Berührung mit dem Ventilsitz, so daß das Ventil schließt. Zu diesem Zeitpunkt, das heißt zur Zeit der Bewegung des beweglichen Kerns in der Ventilsließrichtung, das heißt zu dem feststehenden Bereich, würde der Kraftstoff, der in dem zwischen der proximalen Endfläche des feststehenden Bereiches und der distalen Endfläche des beweglichen Kerns verbleibt, sandwichartig aufgenommen und mit einer Druckkraft beaufschlagt. Dieser Kraftstoff tritt durch den Quetschbereich hindurch und wird durch den Spalt hindurch abgegeben, der zwischen der proximalen Endfläche und dem beweglichen Kern an der distalen Endfläche des feststehenden Bereiches ausgebildet ist.

Der bewegliche Kern erzeugt dabei die Quetschreaktionskraft (Reaktionskraft gegen die Ausquetschkraft oder die Ausdrückkraft, die zu der Zeit erzeugt wird, zu der die Flüssigkeit unter Druck gesetzt wird und durch den Spalt hindurchgequetscht wird). Da die Quetschreaktionskraft umgekehrt proportional zur dritten Potenz der Abmessungen des Spaltes zwischen dem beweglichen Kern und dem feststehenden Bereich zunimmt, wird eine große Quetschreaktionskraft erzeugt, selbst wenn der Spalt zwischen den beiden sich gegenüberliegend aufeinander zu zeigenden Flächen (d. h., der Spalt zwischen der proximalen Endfläche des feststehenden Bereiches und der distalen Endfläche des beweglichen Kerns) klein ist. Weiter werden der bewegliche Kern und die Ventilnadel aufgrund dieser Quetschreaktionskraft etwas vor dem Zeitpunkt des Schließens des Ventils mit einer raschen Bremskraft beaufschlagt. Beim Schließen des Ventils ist die Auftreffgeschwindigkeit (Sitzgeschwindigkeit) zu einem Zeitpunkt, zu dem das Ventilelement auf den Ventilsitz auftrifft (sitzt) entsprechend vermindert oder abgeschwächt, so daß das Betriebsgeräusch beim Schließen des Ventils vermindert werden kann. Durch Verminderung der Auftreffgeschwindigkeit des Ventilelements kann weiter das in dem Ventilelement beim Auftreffen erzeugte Prellen unterdrückt werden. Als Ergebnis kann die sekundäre Ein-

spritzung nach dem Schließen des Ventils minimiert werden und entsprechend kann die Zumeigenschaft der Kraftstofffeinspritzung verbessert werden.

## 5 Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird im Folgenden anhand schematischer Zeichnungen beispielweise und mit weiteren Einzelheiten erläutert.

10 **Fig. 1** ist eine Querschnittsansicht eines Kraftstofffeinspritzventils einer Ausführungsform der Erfindung,

**Fig. 2** ist eine vergrößerte Querschnittsansicht eines Umfangs eines beweglichen Kerns des Kraftstofffeinspritzventils,

**Fig. 3** ist eine vergrößerte Querschnittsansicht des Umfangs des beweglichen Kerns des Kraftstofffeinspritzventils einer anderen Ausführungsform der Erfindung,

**Fig. 4** ist eine erläuternde Ansicht zu dem Zeitpunkt, zu dem zwischen zwei ringförmigen Scheiben das Erzeugen 20 von Quetschen auftritt,

**Fig. 5** ist eine erläuternde Ansicht zur Erläuterung der Einstellung des Ausmaßes der Quetschreaktionskraft, die durch die Ausbildung eines plattenartigen Zwischenraums oder eines keilartigen Zwischenraums zwischen dem befestigten Bauteil und dem beweglichen Kern durchgeführt wird.

**Fig. 6** ist eine erläuternde Ansicht der Bestätigung einer Wirkung der Vergrößerung der Quetschreaktionskraft, die auf den beweglichen Kern aufgrund des Vorhandenseins des

30 Quetschbereichs wirkt, mittels einer Computersimulation. Dabei enthält (a) eine schematische Ansicht und eine Kurve, die die Druckverteilung der Innenseite eines Innenraums zum Zeitpunkt des Beginns der Vorwärtsbewegung des Ventils zeigt, (b) enthält eine schematische Ansicht und eine Kurve, die die Druckverteilung an der Innenseite des Innenraums im Verlauf der Vorwärtsbewegung des Ventils zeigt, und (c) enthält eine schematische Ansicht und eine Kurve, die die Druckverteilung an der Innenseite des Innenraums, unmittelbar bevor ein Ventilelement auf einem Ventilsitz 40 sitzt, zeigt.

**Fig. 7** ist eine erläuternde Ansicht zur Bestätigung einer Wirkung der Vergrößerung der Quetschreaktionskraft, die auf den beweglichen Kern wirkt, in dem Fall, in dem der Quetschbereich am Außenumfang des mit kleinem Durch-

45 messer ausgebildeten Bereiches des beweglichen Kerns ausgebildet ist, gezeigt mittels einer Computersimulation. Dabei enthält (a) eine schematische Ansicht und eine Kurve, die die Druckverteilung an der Innenseite eines Innenraums zum Zeitpunkt des Beginns der Vorwärtsbewegung des Ventils zeigt, (b) enthält eine schematische Ansicht und eine Kurve, die die Druckverteilung an der Innenseite des Innenraums im Verlauf der Vorwärtsbewegung des Ventils zeigt, und (c) enthält eine schematische Ansicht und eine Kurve, die die Druckverteilung der Innenseite des Innenraums unmittelbar bevor ein Ventilelement auf einem Ventilsitz 55 sitzt, zeigt.

**Fig. 8** ist eine erläuternde Ansicht zur Erläuterung einer Kraft, die derart wirkt, daß der bewegliche Kern zentriert wird, wobei (a) eine schematische Ansicht davon ist, (b) eine Druckverteilungskurve an den Stellen a-c ist und (c) Druckverteilungskurven an den Stellen d-f zeigt.

**Fig. 9** ist eine Kurve, die die Veränderung des Schalldruckpegelverminderungswertes des Betriebsgeräusches zeigt, wenn die Abmessung  $X_S$  des Spaltes  $S_1$  bezüglich der 60 Ausführungsform der Erfindung verändert wird, und ein Vergleichsbeispiel.

**Fig. 10** ist eine Kurve, die die Veränderung des Kraftstofffeinspritzverhältnisses des Kraftstofffeinspritzventils bezüg-



lich der erfindungsgemäßen Ausführungsform und eines Vergleichsbeispiels zeigt.

Fig. 11 ist eine Kurve, die die Veränderung der sekundären Einspritzrate des Kraftstoffeinspritzventils zeigt, wenn die Abmessung  $X_S$  des Spaltes  $S_1$  bezüglich der erfindungsgemäßen Ausführungsform verändert wird.

Fig. 12 ist eine Querschnittsansicht eines Kraftstoffeinspritzventils einer anderen Ausführungsform.

Fig. 13 ist eine Querschnittsansicht des Kraftstoffeinspritzventils einer nochmals anderen Ausführungsform.

#### Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen C

Im folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung zusammen mit den beigefügten Zeichnungen erläutert. Fig. 1 zeigt ein elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil, das in einer Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung verwendet wird. Das Kraftstoffeinspritzventil ist im wesentlichen derart aufgebaut, daß ein elektromagnetisches Solenoid 3 bzw. ein Elektromagnet in einem Gehäuse bzw. Körper 1 angeordnet ist, ein beweglicher Kern 4 aus magnetischem Material verschiebbar in die Innenseite einer inneren Kammer des Körpers eingesetzt ist, die innerhalb des elektromagnetischen Solenoids 3 ausgebildet ist, eine Ventilnadel 5 an einer distalen Endseite des beweglichen Kerns 4 angebracht ist, ein Düsenkörper 10 an einem distalen Endbereich des Körpers 1 derart eingepaßt ist, daß der Düsenkörper 10 die Ventilnadel 5 umgibt, und ein Kraftstoffanschlußrohr, das in der Zeichnung nicht dargestellt ist, in einem proximalen Endbereich des Körpers 1 angeordnet und damit starr verbunden ist.

Ein distaler Endbereich des Kraftstoffanschlußrohrs besteht aus magnetischem Material und ist als ein feststehender Kernteil bzw. feststehender Kernbereich 2 ausgebildet. Der feststehende Kernbereich 2 ist im Inneren des elektromagnetischen Solenoids 3 angeordnet und das elektromagnetische Solenoid 3 ist durch Wickeln einer Erregerspule in ringförmiger Art auf einen aus Kunstharz bestehenden Spulenträger hergestellt. In dem elektromagnetischen Solenoid 3 ist eine Hülse 7 starr mit einem äußeren Umfangsbereich eines distalen Endes des feststehenden Kernbereiches 2 verbunden. Die Hülse 7 ist aus nichtmagnetischem Material gefertigt und hat rohrförmige Gestalt. Um die Gleitbewegung des beweglichen Kerns 4 zu führen, ist das proximale Ende des beweglichen Kerns 4 in der Hülse 7 gleitbar gehalten.

Der bewegliche Kern 4 ist derart ausgebildet, daß er einen säulenartigen proximalen Bereich und einen mit kleinem Durchmesser ausgebildeten Bereich 4a enthält, der integral an der distalen Endseite des proximalen Bereiches anliegt. In dem beweglichen Kern ist ein axiales Loch 4b derart ausgebildet, daß es sich von dem proximalen Bereich zu einem Zwischenbereich des Bereiches 4a mit kleinem Durchmesser erstreckt. Das axiale Loch 4b ist mit einem Durchgangsloch 4c verbunden, das in einer Richtung derart ausgebildet ist, daß es den mit dem kleinen Durchmesser ausgebildeten Bereich 4a durchquert. Das axiale Loch 4b und das Durchgangsloch 4c des beweglichen Kerns 4 bilden einen Kraftstoffdurchlaß und die Ventilnadel 5 ist mit dem distalen Ende des Bereiches 4a mit kleinem Durchmesser verbunden und daran starr festgelegt. Ein in der Zeichnung nicht dargestelltes Einsatzrohr ist in die Innenseite des Kraftstoffanschlußrohrs eingesetzt und eine Schraubenfeder 9 ist zwischen dem Einsatzrohr und dem beweglichen Kern 4 derart angeordnet, daß sie den beweglichen Kern 4 zur distalen Endseite hin vorspannt, d. h. in Richtung des Schließens der Ventilnadel 5 bzw. des Nadelventils.

An der distalen Endseite des Körpers 1 ist der Düsenkörper

per 10 derart angebracht, daß er die distale Endseite der Ventilnadel 5 umgibt. An dem distalen Endbereich des Düsenkörpers 10 ist ein Ventilsitz 11 ausgebildet und in der Mitte des Ventilsitzes 11 ist eine Einspritzöffnung 12 ausgebildet.

- 5 An dem distalen Ende der Ventilnadel 5 ist ein konisches Ventilelement 15 ausgebildet, und das Ventil ist geschlossen, wenn das Ventilelement 5 an dem Ventilsitz 11 sitzt. Weiter ist ein feststehendes Bauteil 8 starr an einer gegebenen Position in dem Körper 1 an der distalen Endseite des beweglichen Kerns 4 befestigt. Das feststehende Bauteil 8 ist ausgebildet, indem ein Ringplattenbereich integral an einem zylindrischen proximalen Endbereich ausgebildet wird. Der Bereich 4a mit kleinem Durchmesser des beweglichen Kerns 4 ist verschiebbar in ein zentrales Loch eingesetzt, das in dem Ringplattenbereich ausgebildet ist.

Das feststehende Bauteil 8 ist ein Bauteil, das an dem Ort des Endes der Bewegung des beweglichen Kerns 4 in Richtung auf dessen distale Endseite angeordnet ist und ist derart angeordnet, daß das feststehende Bauteil 8 zu dem beweglichen Kern 4 in sich gegenüberliegender Weise zeigt. Wie in Fig. 2 dargestellt, die den vergrößerten wesentlichen Querschnitt zum Zeitpunkt des Schließens des Ventils zeigt, wird zum Zeitpunkt des Schließens des Ventils, d. h., wenn das Ventilelement 15 der Ventilnadel 5 in Berührung mit dem Ventilsitz 11 kommt, ein Spalt  $S_1$  zwischen der distalen Stirn- bzw. Endfläche des beweglichen Kerns 4 und der proximalen Stirn- bzw. Endfläche des feststehenden Bauteils 8 ausgebildet. Die Größe des Spaltes  $S_1$  ist auf  $X_S$  eingestellt. Weiter ist zwischen der proximalen Endfläche des beweglichen Kerns 4 und der distalen Endfläche des feststehenden Kernbereiches 2 ein Spalt  $S_2$  ausgebildet. Die Abmessung bzw. Größe  $X_0$  des Spaltes  $S_2$  definiert die Länge des Bewegungshubs des beweglichen Kerns 4.

Weiter ist zwischen der äußeren Umfangsfläche des Bereiches 4a mit kleinem Durchmesser des beweglichen Kerns 4 und der inneren Umfangsfläche des ringförmigen Plattenbereiches des feststehenden Bauteils 8 ein Spalt  $S_3$  ausgebildet. Zwischen der äußeren Umfangsfläche des beweglichen Kerns 4 und der inneren Umfangsfläche des Körpers 1 ist ein Spalt  $S_4$  ausgebildet. An der Innenseite der Hülse 7 ist ein Quetschbereich  $SB_1$  ausgebildet und zwischen dem Spalt  $S_4$  und  $S_2$  angeordnet. Wie in Fig. 3 dargestellt, kann ein Quetschbereich  $SB_2$ , der die Quetschreaktionskraft erzeugt, ausgebildet sein, in dem ein ringförmiger, ausgebauter Bereich 7b vorgesehen wird, der sich von der inneren Umfangsfläche 7a der Hülse 7 einwärts ausbaucht.

Das Kraftstoffeinspritzventil mit dem vorbeschriebenen Aufbau ist auf einem Zylinderkopf oder ähnlichem angebracht, um Kraftstoff direkt in ein Ansaugsystem und eine Brennkammer einer Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung einzuspritzen. Das elektromagnetische Solenoid 3 ist an eine Treiberschaltung angeschlossen, und ein Anschlußbereich des Kraftstoffanschlußrohrs ist an ein Verteilerrohr angeschlossen. Wenn das elektromagnetische Solenoid 3 von der Treiberschaltung unter der Bedingung erregt wird, daß Kraftstoff aus dem Verteilerrohr dem Kraftstoffanschlußrohr zugeführt wird, wird der bewegliche Kern 4 magnetisch angezogen und zur proximalen Endseite hin bewegt. Gleichzeitig wird die Ventilnadel 5 in die gleiche Richtung bewegt, und das Ventilelement 15 wird vom Ventilsitz 1 wegbewegt, so daß ein Ventil-geöffnet-Zustand erreicht wird. Dabei wird Kraftstoff aus der Einspritzöffnung 12 des Ventilsitzes 11 eingespritzt.

Beim Schließen des Ventils dagegen wird die Beaufschlagung des elektromagnetischen Solenoids 3 mit elektrischen Signalen abgeschaltet, um die Erregung des elektromagnetischen Solenoids zu stoppen. Entsprechend werden der bewegliche Kern 4 und die Ventilnadel 5 in Richtung auf die

X

distale Endseite aufgrund der vorspannkkräfte der Schraubenfeder 9 und auch des Kraftstoffdruckes bewegt. Dann kommt das an dem distalen Ende der Ventilnadel 5 ausgebildete Ventilelement 15 in Berührung mit dem Ventilsitz 11, so daß das Ventil geschlossen wird.

Zum Zeitpunkt der Bewegung des beweglichen Kerns 4 in Ventilschließrichtung, d. h. gegen das feststehende Bauteil 8, wird der Kraftstoff, der in dem zwischen der proximalen Endfläche des feststehenden Bauteils 8 und der distalen Endfläche des beweglichen Kerns 4 ausgebildeten Spalt  $S_1$  zurückblieb, sandwichartig aufgenommen und einer Kompressionskraft unterworfen, wodurch die Quetschwirkung erzeugt wird. Das heißt, der Kraftstoff, der mit Druck beaufschlagt ist, tritt durch den Quetschbereich  $SB_1$  aus dem Spalt  $S_4$  des äußeren Umfangsbereiches des beweglichen Kerns 4 und tritt dann durch den zwischen der proximalen Endfläche des beweglichen Kerns 4 und der distalen Endfläche des feststehenden Kernbereiches 2 ausgebildeten Spalt  $S_2$  hindurch. Schließlich wird der Kraftstoff in den Kraftstoffdurchlaß hinein ausgequetscht, der in der Innenseite des beweglichen Kerns 4 ausgebildet ist. Weiter tritt ein Teil des in dem Spalt  $S_1$  verbleibenden Kraftstoffes durch den Spalt  $S_3$  hindurch, der zwischen der äußeren Umfangsfläche des mit kleinem Durchmesser ausgebildeten Bereiches 4a des beweglichen Kerns 4 und dem inneren Umfangsbereich des ringförmigen Plattenbereiches des feststehenden Bauteils 8 ausgebildet ist. Der Kraftstoff wird dann ebenfalls in den Kraftstoffdurchlaß ausgequetscht, der in der Innenseite des feststehenden Bauteils 8 ausgebildet ist. In diesem Fall funktioniert der Spalt  $S_3$  als ein Quetschbereich.

Beim Erzeugen einer solchen Ventilschließquetschung wird die Quetschreaktionskraft (d. h. die Reaktionskraft gegen die Ausquetschkraft oder Ausdrückkraft, die beim Druckbeaufschlagen einer Flüssigkeit und dem Ausquetschen einer Flüssigkeit durch den Spalt erzeugt wird) an dem beweglichen Kern 4 erzeugt, so daß der bewegliche Kern 4 den Kraftstoff zu der proximalen Endfläche des feststehenden Bauteils 8 drückt bzw. preßt. Da die Quetschreaktionskraft umgekehrt proportional zur dritten Potenz der Größe des zwischen dem beweglichen Kern 4 und dem feststehenden Bauteil 8 ausgebildeten Spaltes zunimmt, wird aufgrund dieser Quetschreaktionskraft eine Bremskraft rasch auf die Bewegung des beweglichen Kerns 4 aufgebracht. Der bewegliche Kern 4 und die Ventilnadel 5 werden von der Quetschreaktionskraft leicht bevor dem Zeitpunkt, zu dem das Ventil schließt, abgebremst. Entsprechend ist beim Schließen des Ventils die Auftreffgeschwindigkeit (Sitzgeschwindigkeit) zu dem Zeitpunkt, zu dem das Ventilelement 15 auf den Ventilsitz 11 auft trifft (sitzt) vermindert oder herabgesetzt, so daß das Betriebsgeräusch beim Schließen des Ventils wirksam vermindert werden kann. Durch Verminderung der Auftreffgeschwindigkeit des Ventilelements 15 kann zusätzlich das an dem Ventilelement 15 zum Zeitpunkt des Auftreffens erzeugte Prellen wirksam unterdrückt werden, wodurch die sekundäre Einspritzung nach dem Schließen des Ventils minimiert werden kann. Im Ergebnis kann die Zumeigenschaft der Kraftstoffeinspritzung verbessert werden.

Unter der Bedingung, daß Flüssigkeit zwischen zwei Seiten von ringförmigen Scheiben gefüllt wird, so daß diese Scheiben in der Lage sind, ein Quetschen hervorzurufen, wie in Fig. 4 dargestellt, kann, wenn eine ringförmige Scheibe in Richtung auf eine andere ringförmige Scheibe mit einer Geschwindigkeit  $v$  bewegt und gedrückt wird und die Abmessung eines Spaltes zwischen ihnen  $h$  beträgt, die an einer ringförmigen Scheibe erzeugte Quetschreaktionskraft  $F$  mit der folgenden Formel berechnet werden, wobei der Viskositätskoeffizient der Flüssigkeit mit  $\mu$  bezeichnet

ist, der äußere Durchmesser der ringförmigen Scheibe mit  $\mu$  bezeichnet ist und die Abmessung des Spaltes mit  $h$  bezeichnet ist und der innere Radius mit  $r_1$  bezeichnet ist:

$$5 \quad F = (3\pi v \mu / 2h^3) \times ((r_o^4 - r_1^4) - (r_o^2 - r_1^2)^2 / \log |r_o/r_1|)$$

Entsprechend ist, wie aus der vorstehenden Formel ersichtlich, die Quetschreaktionskraft  $F$  umgekehrt proportional zur dritten Potenz der Abmessung  $h$  des Spaltes und nimmt entsprechend der Abnahme oder des Schmälerwerdens des Spaltes zwischen den beiden Flächen der ringförmigen Scheiben rasch zu. In dem Bereich, in dem der Spalt groß ist, wird im wesentlichen keine Reaktionskraft erzeugt. Beziiglich des Kraftstoffeinspritzventils mit dem vorbeschriebenen Aufbau hat die Quetschreaktionskraft entsprechend keinen Einfluß auf den Ventilöffnungs- und Schließbetrieb der Ventilnadel 5, d. h. auf das Ansprechverhalten.

Weiter kann, wie in Fig. 5 dargestellt, ein plattenartiger Zwischenraum oder ein keilartiger Zwischenraum zwischen der proximalen Endfläche des feststehenden Bauteils 8 und der distalen Endfläche des beweglichen Kerns 4 ausgebildet sein, und die Größe oder das Maß der Quetschreaktionskraft kann eingestellt werden, indem die Abmessung des Raumes eingestellt wird. Das heißt, Fig. 5 (a) zeigt ein Beispiel, in dem ein plattenförmiger Zwischenraum  $SI$  zwischen der proximalen Endfläche eines feststehenden Bauteils  $8A$  und der distalen Endfläche eines beweglichen Kerns  $4A$  ausgebildet ist. Die Quetschreaktionskraft, die auf den beweglichen Kern  $4A$  wirkt, kann eingestellt werden, indem die Abmessung des plattenartigen Zwischenraums  $SI$  verändert wird, d. h. die Größe von  $h1$  und  $r1$ . Weiter zeigt Fig. 5(b) ein Beispiel, bei dem ein keilartiger Zwischenraum  $SK$  an der äußeren Umfangsseite zwischen der proximalen Endfläche eines feststehenden Bauteils  $8B$  und der distalen Endfläche eines beweglichen Kerns  $4B$  ausgebildet ist. Die Quetschreaktionskraft, die auf den beweglichen Kern  $4B$  wirkt, kann eingestellt werden, indem die Abmessung des keilartigen Zwischenraums  $SK$  verändert wird, d. h. die Größen von  $h2$  und  $r2$ . Weiter zeigt Fig. 5(c) ein Beispiel, bei dem ein keilförmiger Zwischenraum  $SL$  an der inneren Umfangsseite zwischen der proximalen Endfläche eines feststehenden Bauteils  $8C$  und der distalen Endfläche eines beweglichen Kerns  $4C$  ausgebildet ist. Die Quetschreaktionskraft, die auf den beweglichen Kern  $4C$  wirkt, kann eingestellt werden, indem die Größe des keilartigen Zwischenraums  $SL$  verändert wird, d. h. die Größen von  $h3$  und  $r3$ .

Fig. 6 ist eine erläuternde Ansicht unter Verwendung einer Computersimulation zum Bestätigen der Wirkung, daß die Quetschreaktionskraft, die auf den beweglichen Kern 4 wirkt, mit den vorbeschriebenen Quetschbereichen  $SB_1$ ,  $SB_2$  erhöht werden kann. Dabei bedeutet  $KB$  einen virtuellen Körper und  $4D$  bedeutet einen virtuellen, beweglichen Kern, der in die Innenseite des virtuellen Körpers  $4D$  eingesetzt ist. Der Druck an der Innenseite des Körpers  $KB$  zum Zeitpunkt der Bewegung des beweglichen Kerns  $4D$  in Abwärtsrichtung unter der Bedingung, daß Flüssigkeit in der Innenseite des Körpers  $KB$  verbleibt, ist an jeweiligen Positionen a, b, c für zwei Fälle berechnet. Das heißt, bezüglich eines Falls, bei dem ein Quetschbereich  $KB_S$  an der Innenseite des Körpers  $KB$  ausgebildet ist, und einem Fall in dem der Quetschbereich  $KB_S$  nicht an der Innenseite des Körpers  $KB$  ausgebildet ist, und die Druckverteilung an jeweiligen bewegten Positionen ist dargestellt. Ausgezogene Linien in der Druckverteilungskurve zeigen die Druckverteilung in dem Fall, in dem der Quetschbereich  $KB_S$  ausgebildet ist, und gestrichelte Linien in den Druckverteilungskurven zeigen die Druckverteilung in dem Fall, in dem der Quetschbereich  $KB_S$  nicht ausgebildet ist. Aus den jeweiligen Druck-



verteilungskurven der Fig. 6 ist ersichtlich, daß durch die Ausbildung des Quetschbereiches KB<sub>t</sub> an der Innenseite des Körpers KB der Druck (die Quetschreaktionskraft), die auf die distale Endoberflächenseite des beweglichen Kerns 4D wirkt, deutlich vergrößert werden kann.

Fig. 7 ist eine erläuternde Ansicht zur Bestätigung der Wirkung, die durch Ausbilden des Spaltes S<sub>3</sub> zwischen der äußeren Umfangsfläche des mit kleinem Durchmesser ausgebildeten Bereiches 4a des beweglichen Kerns 4 und der inneren Umfangsfläche des ringförmigen, plattenartigen Bereiches des feststehenden Bauteils 8 in Fig. 2 erzielt wird. Der Spalt S<sub>3</sub> ist derart gestaltet, daß er als ein Quetschbereich arbeitet. Der Druck an der Innenseite des Körpers KB beim Abwärtsbewegen des beweglichen Kerns 4D unter der Bedingung, daß Flüssigkeit in der Innenseite des Körpers KB bleibt, wird dabei an jeweiligen Positionen a, b, c bezüglich der beiden Fälle berechnet: Das heißt, ein Fall, in dem ein Quetschbereich KB<sub>t</sub> am Umfang eines Bereiches mit kleinem Durchmesser eines virtuellen beweglichen Kerns 4D an der Innenseite eines virtuellen Körpers KB ausgebildet ist, und einem Fall, in dem der Quetschbereich KB<sub>t</sub> an einem solchen Umfang des Bereiches mit kleinem Durchmesser eines virtuellen beweglichen Kerns 4D nicht ausgebildet ist, und die Druckverteilung an den jeweiligen bewegten Stellen ist dargestellt. Ausgezogene Linien in den Druckverteilungskurven zeigen die Druckverteilung in dem Fall, in dem der Quetschbereich KB<sub>t</sub> ausgebildet ist, und gestrichelte Linien in den Druckverteilungskurven zeigen die Druckverteilung in dem Fall, in dem der Quetschbereich KB<sub>t</sub> nicht ausgebildet ist. Aus den jeweiligen Druckverteilungskurven der Fig. 7 ist ersichtlich, daß durch die Ausbildung des Quetschbereiches KB<sub>t</sub> an den Innenseiten des Körpers KB der Druck (die Quetschreaktionskraft), der an der distalen Endflächenseite des beweglichen Kerns 4D wirkt, merklich vergrößert werden kann.

Weiter zeigt Fig. 8 das Ergebnis, das durch Berechnung unter Verwendung einer Computersimulation der Druckverteilung in dem Fall erhalten wird, in dem die Position des beweglichen Kerns bezüglich des mit dem Quetschbereich KB<sub>t</sub> versehenen virtuellen Körpers KB und dem virtuellen beweglichen Körper 4D versetzt ist. Es ist ersichtlich, daß aufgrund des Unterschiedes des Druckes an jeweiligen Positionen a bis e in der Innenseite des Körpers KB in Fig. 8(b), (c) in dem Fall, daß der bewegliche Kern 4D versetzt ist und sich einem Quetschbereich KB<sub>t</sub> nähert, der Druck der sich bewegenden distalen Endfläche (Positionen b, c) dieser Quetschbereichs-KB<sub>t</sub>-Seite im Vergleich zum Druck anderer Bereiche erhöht ist. Aus diesem Ergebnis ist ersichtlich, daß aufgrund der Vergrößerung des Druckes an der schmalen versetzten Seite eine Kraft, die den beweglichen Kern zur entgegengesetzten Seite drückt, auf den beweglichen Kern wirkt, so daß eine Kraft, die den beweglichen Kern in Richtung einer Zentrierung des beweglichen Kerns bewegt, d. h. in der Richtung der Beseitigung des Versatzes, erzeugt wird, wodurch eine automatische Korrektur des Versatzes (Offset) verwirklicht wird.

Weiter zeigt Fig. 9 eine Kurve, die durch Messung des Schalldruckpegels des Betriebsgeräusches des Kraftstoffeinspritzventils unter der Bedingung erhalten wurde, daß die Abmessung X<sub>S</sub> des zwischen dem beweglichen Kern 4 und dem feststehenden Bauteil 8 ausgebildeten Spaltes S<sub>1</sub> zum Zeitpunkt des Schließens des Ventils bezüglich der Ausführungsform der Erfindung (mit dem Quetschbereich) verändert wurde und ein Vergleichsbeispiel (ohne Quetschbereich). Diese Kurve verwendet das Betriebsgeräusch eines herkömmlichen Kraftstoffeinspritzventils (mit einem großen Spalt an der distalen Endseite des beweglichen Kerns beim Schließen des Ventils, der einige 100 µm be-

trägt) als Bezug, und zeigt das Ausmaß des Abnahme bzw. Verminderungswertes des Schalldruckpegels von diesem Betriebsgeräusch des herkömmlichen Kraftstoffeinspritzventils. Die Kurve G1 zeigt den Verminderungswert des Schalldruckpegels für den Fall, in dem die Abmessung X<sub>S</sub> des Spaltes S<sub>1</sub> zwischen dem beweglichen Kern 4 und dem feststehenden Bauteil 8 beim Schließen des Ventils innerhalb des Bereiches von 3,5 µm bis 32 µm verändert wurde, bezüglich des Kraftstoffeinspritzventils der Ausführungsform der Erfindung gemäß den Fig. 1 und 2. Die Kurve G2 zeigt den Verminderungswert des Schalldruckpegels in dem Fall, in dem die Abmessung X<sub>S</sub> des Spaltes S<sub>1</sub> zwischen dem beweglichen Kern 4 und dem feststehenden Bauteil 8 innerhalb des Bereiches von 13 µm bis 17 µm bezüglich eines Kraftstoffeinspritzventils verändert wird, das zu dem Kraftstoffeinspritzventil der Ausführungsform der Erfindung gemäß Fig. 1 und 2 äquivalent ist, aber nicht mit dem Quetschbereich SB<sub>1</sub> versehen ist.

Aus der Kurve der Fig. 9 ist ersichtlich, daß durch Einstellen der Abmessung X<sub>S</sub> des Spaltes S<sub>1</sub> zwischen dem beweglichen Kern 4 und dem feststehenden Bauteil 8 auf einen kleinen Wert, der innerhalb des Bereiches von 3,5 µm bis 32 µm liegt, wie in den Fig. 1 und 2 gezeigt, und bei Ausbilden des Quetschbereiches SB<sub>1</sub>, der Geräuschpegel des Betriebsgeräusches um ein Maß von annähernd 1 dB auf etwa 12 dB vermindert werden kann, im Vergleich zum Geräuschpegel des herkömmlichen Kraftstoffeinspritzventils. Weiter ist aus der Kurve G2 der Fig. 9 ersichtlich, daß durch Einstellung der Abmessung X<sub>S</sub> des Spaltes S<sub>1</sub> zwischen dem beweglichen Kern 4 und dem feststehenden Bauteil 8 beim Schließen des Ventils auf einen kleinen Wert, der innerhalb des Bereiches von 13 µm bis 17 µm liegt, der Geräuschpegel des Betriebsgeräusches um ein Maß von etwa 3 dB auf etwa 8 dB im Vergleich mit dem herkömmlichen Kraftstoffeinspritzventil vermindert werden kann, selbst wenn der Quetschbereich SB<sub>1</sub> gemäß Fig. 1 und 2 nicht vorgesehen ist. Weiter ist ersichtlich, daß in dem Fall, in dem der Quetschbereich SB<sub>1</sub> vorgesehen ist, durch Einstellen der Abmessung X<sub>S</sub> des Spaltes S<sub>1</sub> beim Schließen des Ventils auf einen kleinen Wert, der innerhalb des Bereiches von 3,5 µm bis 22 µm liegt, der Geräuschpegel des Betriebsgeräusches im Vergleich zu dem Fall, in dem der Quetschbereich nicht vorgesehen ist, tatsächlich vermindert werden kann. In dem Fall, in dem die Abmessung X<sub>S</sub> des Spaltes S<sub>1</sub> auf einen Wert unter 3,5 µm eingestellt ist, kann dagegen, abhängig von einem Dimensionierungsfehler, der beim Design auftritt, ein Versagen dahingehend auftreten, daß die sich gegenüberliegenden Flächen in gegenseitige Berührung kommen. In dem Fall, in dem die Abmessung X<sub>S</sub> des Spaltes S<sub>1</sub> auf einen Wert über 32 µm festgelegt ist, wird es dagegen schwierig, die erwünschte Reduzierung des Betriebsgeräusches zu erreichen.

Weiter zeigen die Fig. 10 und 11 Kurven, die durch Messung und Berechnung der Veränderung der Kraftstoffeinspritzmenge im Zeitverlauf und den Anteil oder das Verhältnis der Sekundäreinspritzung (Sekundäreinspritzungsmenge/maximale Einspritzmenge) für die Abmessung X<sub>S</sub> des Spaltes S<sub>1</sub> beim Schließen des Ventils erhalten sind. Aus der Kurve der Fig. 10 ist ersichtlich, daß eine große sekundäre Einspritzung mit einer Einspritzrate von nicht weniger als 50% nach der primären Einspritzung bei dem herkömmlichen Kraftstoffeinspritzventil auftritt, das nicht mit dem Quetschbereich an einem Bereich versehen ist, der einen Durchlaß für bei der Ventilschließbewegung des beweglichen Kerns herausgedrückten Kraftstoff bildet. Weiter ist aus der Kurve der Fig. 10 ersichtlich, daß in dem Fall, in dem der Quetschbereich SB<sub>1</sub> in dem Bereich ausgebildet ist, der den Kraftstoffausdrückdurchlaß bildet, und bei dem die



Abmessung  $X_5$  des Spaltes  $S_1$  beim Schließen des Ventils auf  $22 \mu\text{m}$  festgelegt ist, wie im Fall der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die sekundäre Einspritzmenge deutlich vermindert werden kann. Weiter wird in dem Fall, in dem die Abmessung  $X_5$  des Spaltes  $S_1$  beim Schließen des Ventils auf  $7 \mu\text{m}$  festgelegt ist, die sekundäre Einspritzungsmenge weiter vermindert. Zusätzlich ist aus der Kurve der Fig. 11 ersichtlich, daß entsprechend der Verschmälerung der Abmessung  $X_5$  des Spaltes  $S_1$  bei der erfundungsgemäßen Ausführungsform auf  $11 \mu\text{m}$  und dann  $5 \mu\text{m}$  in Stufen die sekundäre Einspritzmenge kleiner wird und auf diese Weise der am meisten bevorzugte Wert wird.

Fig. 12 zeigt das Kraftstoffeinspritzventil einer weiteren Ausführungsform. Dieses Kraftstoffeinspritzventil hat einen Aufbau, bei dem ein Abstandsbauteil **28** anstelle des feststehenden Bauteils **8** bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform gemäß Fig. 1 verwendet wird. Das Abstandsbauteil **28** ist zwischen dem proximalen Endbereich des Düsenkörpers **20** und einem inneren Schulterbereich des Körpers **21** eingesetzt und die distale Endfläche des beweglichen Kerns **4** ist derart ausgebildet, daß sie in sich gegenüberliegender Weise auf die Fläche des Abstandsbauteils **28** zeigt. Das Kraftstoffeinspritzventil hat den gleichen Aufbau wie das Kraftstoffeinspritzventil der vorgenannten Ausführungsform gemäß Fig. 1 bezüglich des elektromagnetischen Solenoids **3**, der Hülse **7**, des beweglichen Kerns **4** und ähnlichem. Wie im Fall des Aufbaus gemäß Fig. 2 ist an dem äußeren Umfangsbereich des beweglichen Kerns **4** ein Quetschbereich zwischen der Hülse **7** und dem beweglichen Kern **4** ausgebildet, ist zwischen der distalen Endfläche des beweglichen Kerns **4** und der proximalen Endfläche des Abstandsbauteils **28** der Spalt  $S_1$  ausgebildet, und ist der Spalt  $S_2$  zwischen der proximalen Endfläche des beweglichen Kerns **4** und der distalen Endfläche des feststehenden Kernbereiches **2** ausgebildet.

Wenn beim Schließen dieses Kraftstoffeinspritzventils der bewegliche Kern **4** in die Ventilschließrichtung bewegt wird, wird der Kraftstoff, der zwischen dem Spalt  $S_1$ , der zwischen der proximalen Endfläche des Abstandsbauteils **28** und der distalen Endfläche des beweglichen Kerns **4** verbleibt, sandwichartig durch diese Fläche aufgenommen und mit einer Preßkraft beaufschlagt. In der gleichen Weise wie bei der vorstehend erläuterten Ausführungsform tritt der Kraftstoff durch den Quetschbereich aus einem Spalt  $S_4$ , der an dem äußeren Umfangsbereich des beweglichen Kerns **4** ausgebildet ist, durch und tritt dann durch den Spalt  $S_2$  hindurch, der zwischen der proximalen Endfläche des beweglichen Kerns **4** und der distalen Endfläche des feststehenden Kernbereiches **2** ausgebildet ist. Danach wird der Kraftstoff in dem Kraftstoffdurchlaß hinein ausgepreßt, der in der Innenseite des beweglichen Kerns **4** ausgebildet ist, wodurch die Quetschung erzeugt wird.

Beim Erzeugen einer solchen Ventilschließquetschung wird eine Quetschreaktionskraft an dem beweglichen Kern **4** erzeugt, die bewirkt, daß Kraftstoff auf die proximale Endfläche des Abstandbauteils **28** ausgepreßt wird. Aufgrund dieser Quetschreaktionskraft wird auf die Bewegung des beweglichen Kerns **4** und die Ventilnadel **5** unmittelbar vor dem Schließen des Ventils rasch eine Bremsung aufgebracht. Entsprechend und in gleicher Weise wie bei der vorstehend erläuterten Ausführungsform wird die Auftreffgeschwindigkeit des Ventilelements **15**, wenn dieses auf den Ventilsitz **11** auftrifft, beim Schließen des Ventils vermindert, so daß das Betriebsgeräusch beim Schließen des Ventils wirksam vermindert wird. Weiter wird entsprechend der Verminderung der Auftreffgeschwindigkeit des Ventilelements **15** das Prellen, das an dem Ventilelement **15** beim Auftreffen erzeugt wird, unterdrückt, so daß die sekundäre Einspritzung nach Schließen des Ventils drastisch vermindert werden kann.

Einspritzung nach Schließen des Ventils drastisch vermindert werden kann.

Fig. 13 zeigt ein Kraftstoffeinspritzventil einer weiteren Ausführungsform. Dieses Kraftstoffeinspritzventil hat einen Aufbau, bei dem das vorgenannte Abstandsbauteil **28** oder ähnliches nicht verwendet wird, und die distale Endfläche des beweglichen Kerns **4** ist derart gestaltet, daß sie in sich gegenüberliegender Weise direkt auf den proximalen Endbereich des Düsenkörpers **30** zeigt. Das Kraftstoffeinspritzventil hat den gleichen Aufbau wie das Kraftstoffeinspritzventil der vorgenannten Ausführungsform gemäß Fig. 1 und 12 bezüglich des elektromagnetischen Solenoids **3**, der Hülse **7**, dem beweglichen Kern **4** und ähnlichem. Wie im Fall des Aufbaus gemäß Fig. 2 und 12 ist an dem äußeren Umfangsbereich des beweglichen Kerns **4** ein Quetschbereich zwischen der Hülse **7** und dem beweglichen Kern **4** ausgebildet, der Spalt  $S_1$  zwischen der distalen Endfläche des beweglichen Kerns **4** und der proximalen Endfläche eines Düsenkörpers **30** ausgebildet, und der Spalt  $S_2$  zwischen der proximalen Endfläche des beweglichen Kerns **4** und der distalen Endfläche des feststehenden Kernbereiches **2** ausgebildet.

Beim Schließen dieses Kraftstoffeinspritzventils wird, wenn der bewegliche Kern **4** in der Ventilschließrichtung bewegt wird, der Kraftstoff, der in dem Spalt  $S_1$  zwischen der proximalen Endfläche des Düsenkörpers **30** und der distalen Endfläche des beweglichen Kerns **4** zurückbleibt, sandwichartig von diesen Flächen aufgenommen und mit einer Druck- bzw. Preßkraft beaufschlagt. In gleicher Weise wie bei den vorgenannten Ausführungsformen tritt der Kraftstoff aus dem Spalt  $S_4$  der an dem äußeren Umfangsbereich des beweglichen Kerns **4** ausgebildet ist, durch den Quetschbereich hindurch und tritt dann durch den Spalt  $S_2$  hindurch, der zwischen der proximalen Endfläche des beweglichen Kerns **4** und der distalen Endfläche des feststehenden Kernbereiches **2** ausgebildet ist, hindurch. Danach wird der Kraftstoff in den Kraftstoffdurchlaß hinein ausgepreßt, der in dem beweglichen Kern **4** ausgebildet ist, wodurch die Quetschung erzeugt wird.

Bei dem Erzeugen einer solchen Ventilschließquetschung wird eine Quetschreaktionskraft an dem beweglichen Kern **4** erzeugt, die derart wirkt, daß sie Kraftstoff zu der proximalen Endfläche des Düsenkörpers **30** preßt. Aufgrund dieser Quetschreaktionskraft wird auf die Bewegung des beweglichen Kerns **4** und der Ventilnadel **5** unmittelbar bevor dem Schließen des Ventils rasch eine Bremsung ausgeübt. Entsprechend und in gleicher Weise wie bei der vorgenannten Ausführungsform wird die Auftreffgeschwindigkeit des Ventilelements **15**, wenn dieses auf den Ventilsitz **11** beim Schließen des Ventils auftrifft, vermindert, so daß das Betriebsgeräusch beim Schließen des Ventils vermindert werden kann. Weiter wird entsprechend der Verminderung der Auftreffgeschwindigkeit des Ventilelements **15** das Prellen, das an dem Ventilelement **15** beim Auftreffen erzeugt wird, unterdrückt, so daß die sekundäre Einspritzung nach Schließen des Ventils drastisch vermindert werden kann.

Wie vorstehend beschrieben, wird bei dem erfundungsgemäßen Kraftstoffventil beim Schließen des Ventils eine Quetschreaktionskraft an dem beweglichen Kern erzeugt. Da die Quetschreaktionskraft umgekehrt proportional zur dritten Potenz der Abmessung des Spaltes zwischen dem beweglichen Kern und dem feststehenden Bauteil zunimmt, wird eine große Quetschreaktionskraft erzeugt, selbst wenn der Spalt zwischen der proximalen Endfläche des feststehenden Bereiches und der distalen Endfläche des beweglichen Kerns klein ist. Weiter wird auf den beweglichen Kern und die Ventilnadel aufgrund dieser Quetschreaktionskraft unmittelbar vor dem Zeitpunkt, zu dem das Ventil schließt,



eine rasche Bremsung aufgebracht. Entsprechend wird die Auftreffgeschwindigkeit des Ventilelements, wenn das Ventilelement auf den Ventilsitz beim Schließen des Ventil auftrifft, vermindert, und entsprechend wird das Betriebsgeräusch beim Schließen des Ventils vermindert. Weiter kann aufgrund der Verminderung der Auftreffgeschwindigkeit des Ventilelements das Prellen, das an dem Ventilelement beim Auftreffen erzeugt wird, unterdrückt werden, und die Sekundäreinspritzung nach Schließen des Ventils kann minimiert werden, so daß das Kraftstoffeinspritzzumessverhältnis verbessert werden kann.

## Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil enthaltend:
  - a) einen Körper (1; 21)
  - b) ein elektromagnetisches Solenoid (3), das in der Innenseite des Körpers angeordnet ist;
  - c) einen beweglichen Kern (4), der in der axialen Richtung beweglich ist und in der Innenseite des elektromagnetischen Solenoids angeordnet ist;
  - d) eine Ventilnadel (5), die starr mit dem distalen Ende des beweglichen Kerns verbunden ist und in der Innenseite des Körpers derart angeordnet ist, daß sie in der axialen Richtung beweglich ist;
  - e) einen feststehenden Bereich (8; 28), der an einer vorgegebenen Position in der Innenseite des Körpers derart angeordnet ist, daß der bewegliche Kern sich an den feststehenden Bereich annähert, wenn sich die Ventilnadel in dem Ventil in der Schließrichtung bewegt, und derart, daß ein Spalt (S<sub>1</sub>) zwischen dem feststehenden Bereich und dem beweglichen Kern beim Schließen des Ventils ausgebildet ist; und
  - f) eine Quetscheinrichtung, die betriebsmäßig derart ist, daß, wenn Kraftstoff, der in dem zwischen dem beweglichen Kern (4) und dem feststehenden Bereich (8; 28) ausgebildeten Spalt (S<sub>1</sub>) zurückbleibt, entsprechend der Bewegung des beweglichen Kerns zu der Ventilschließseite hin unter Druck gesetzt wird, die besagte Strömung von Kraftstoff an einem Bereich (SB<sub>1</sub>; SB<sub>2</sub>) gequetscht wird, der einen Durchlaß für den Kraftstoff bildet, der durch den Spalt hindurch herausgedrückt wird.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, wobei die Abmessung des zwischen dem beweglichen Kern (4) und dem feststehenden Bereich (8; 28) ausgebildeten Spaltes (S<sub>1</sub>) zwischen 3,5 µm und 32 µm beträgt.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, wobei die Quetscheinrichtung durch einen Quetschbereich (SB<sub>1</sub>; SB<sub>2</sub>) gebildet ist, der an der Innenseite einer Hülse (7) angeordnet ist, die an dem Außenumfang des beweglichen Kerns (4) positioniert ist.
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, wobei der Quetschbereich (SB<sub>2</sub>), der die Quetscheinrichtung bildet, durch Einwärtsausbauchen eines inneren Umfangbereiches der Hülse (7) zu einer ringartigen Gestalt gebildet ist.
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, wobei ein ringförmiges feststehendes Bauteil (8), das den feststehenden Bereich bildet, starr an einer vorgegebenen Position an der Innenseite des Körpers (1) befestigt ist.
6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, wobei das Kraftstoffeinspritzventil weiter enthält einen Düsenkörper (10), der an die distale Endseite des Körpers (1) derart angeschlossen ist, daß der Düsenkörper die

Ventilnadel (5) von außen umgibt, einen Ventilsitz (11), der um eine Einspritzöffnung (12) herum ausgebildet ist, die in einem distalen Endbereich des Düsenkörpers ausgebildet ist, und eine Schraubenfeder (9), die den beweglichen Kern (4) zu der distalen Endbereichsseite hin vorspannt.

7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, wobei ein Düsenkörper (20) in die Innenseite des distalen Endes des Körpers (21) eingesetzt ist, ein plattenartiges Abstandsbauteil (28) zwischen einem inneren Umfangsschulterbereich des Körpers und einem proximalen Endbereich des Düsenkörpers eingesetzt ist, und ein Bereich des plattenartigen Abstandsbauteils, der zur Innenseite des Düsenkörpers vorsteht, als der feststehende Bereich ausgebildet ist.
8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 5, wobei ein mit kleinem Durchmesser ausgebildeter Bereich (4a) an der distalen Endseite des beweglichen Kerns (4) ausgebildet ist und der Quetschbereich an dem inneren Umfangsbereich des ringförmigen feststehenden Bauteils (8) zum Führen eines äußeren Umfangsbereiches des mit kleinem Durchmesser ausgebildeten Bereiches ausgebildet ist.
9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, wobei ein plattenartiger Zwischenraum oder ein keilartiger Zwischenraum teilweise und zusätzlich in dem zwischen dem beweglichen Kern (4) und dem feststehenden Bereich (8) ausgebildeten Zwischenraum ausgebildet ist, so daß die Quetschreaktionskraft eingestellt wird, die an dem beweglichen Kern beim Schließen des Ventils erzeugt wird.

---

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

---

X

Fig. 1

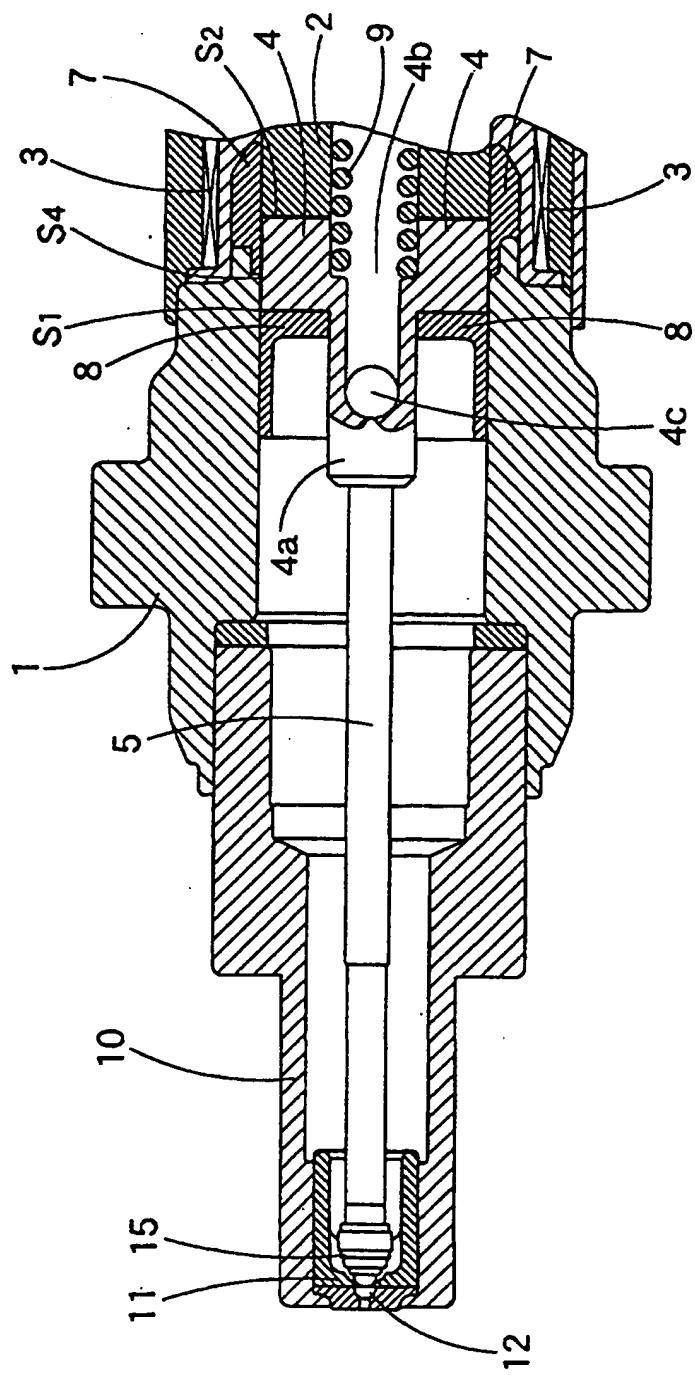


Fig. 2

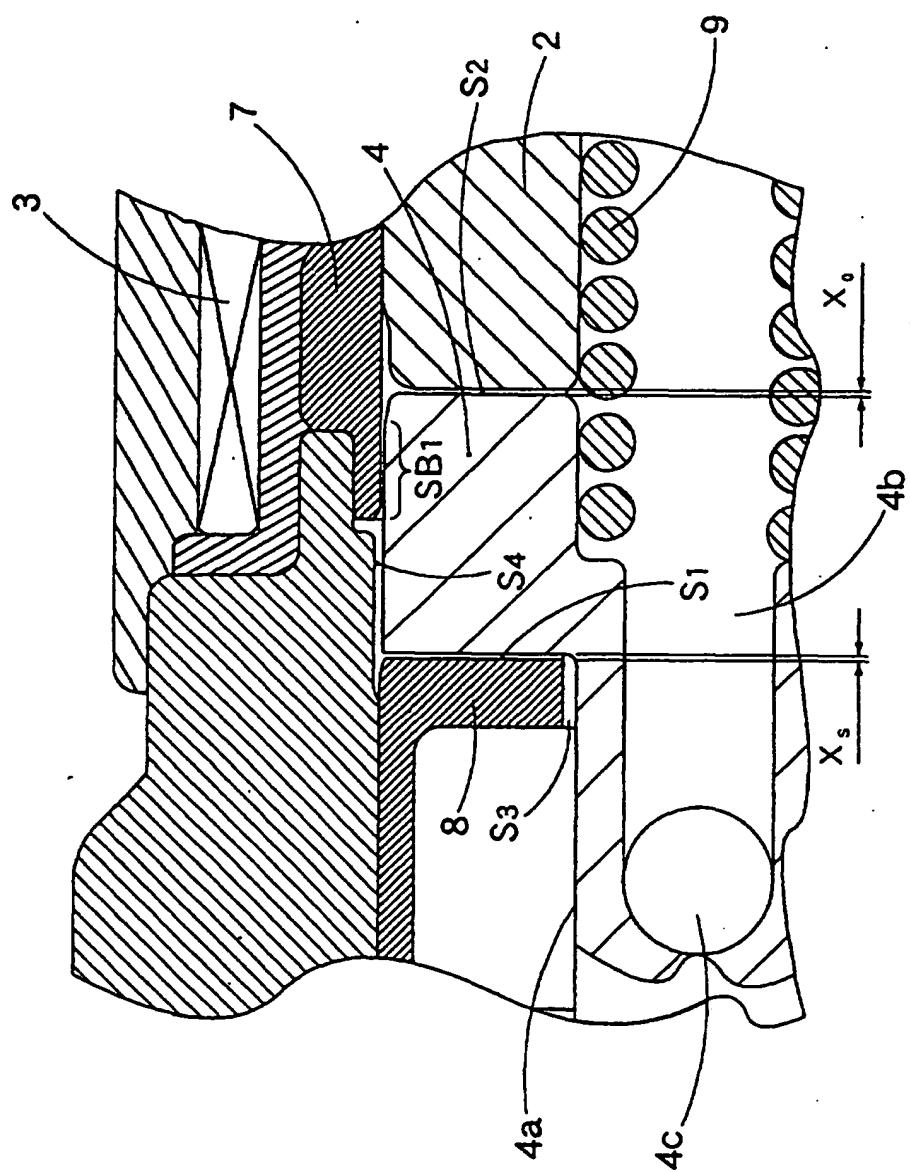


Fig. 3

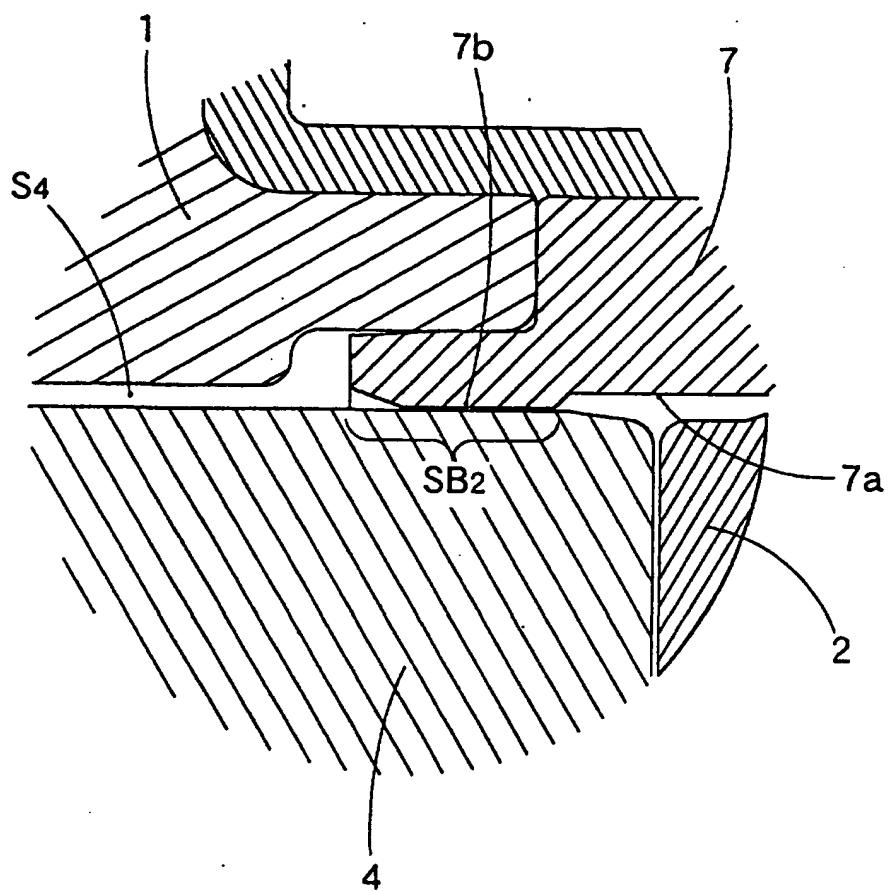


Fig. 4

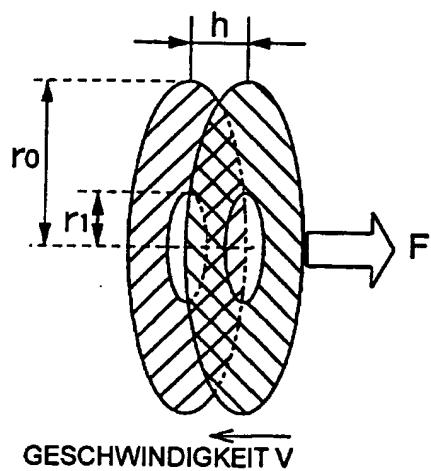


Fig. 5

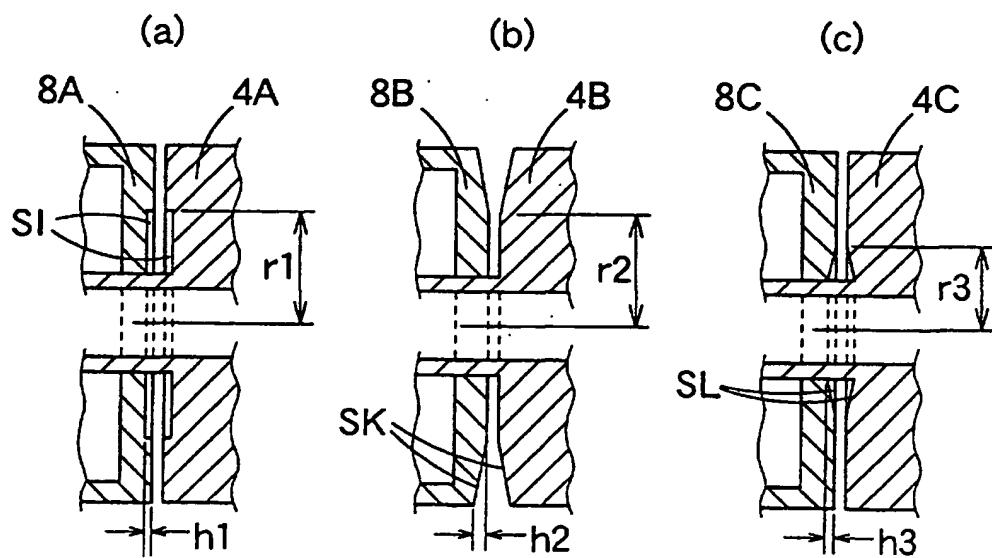
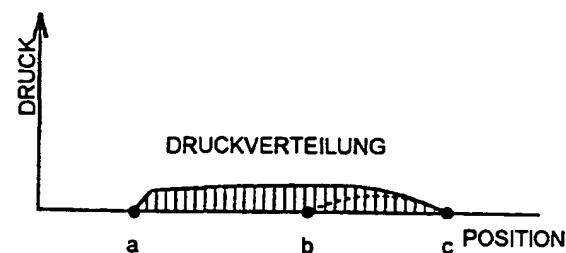
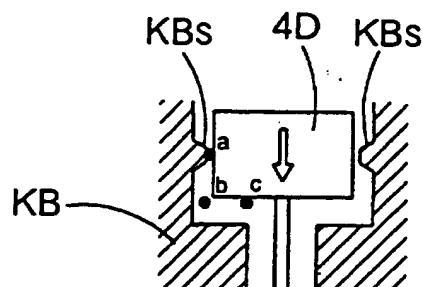


Fig. 6

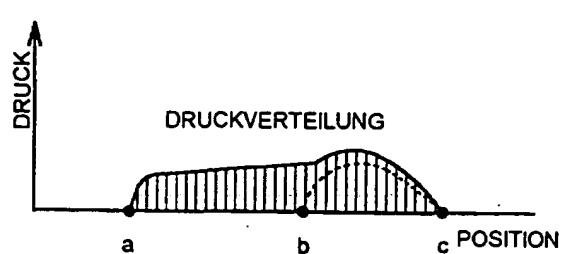
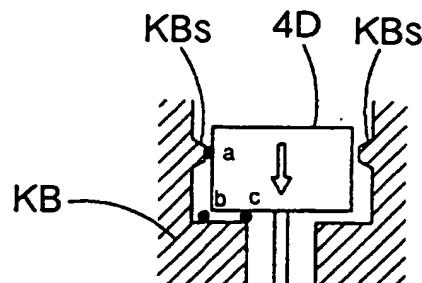
(a)

BEGINN DER VORWÄRTSBEWEGUNG



(b)

IN DER MITTE DER VORWÄRTSBEWEGUNG



(c)

UNMITTELBAR VOR DEM AUFTREFFEN

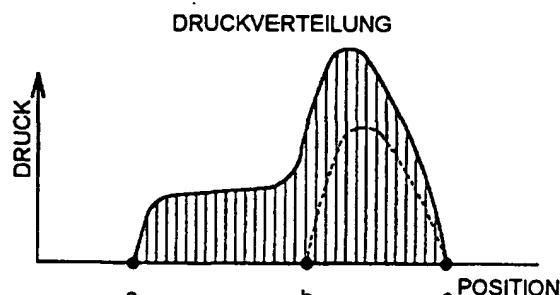
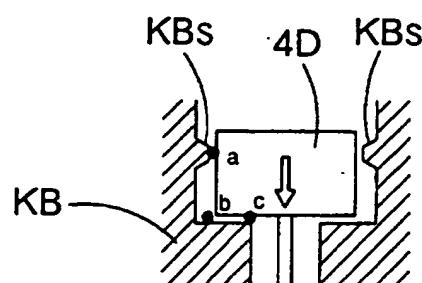
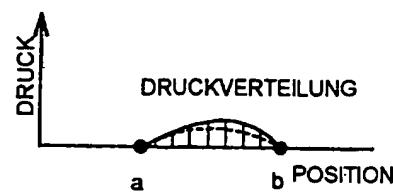
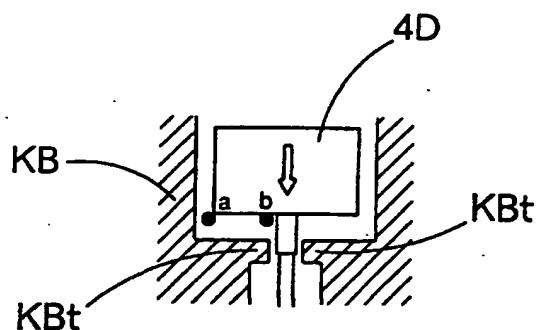
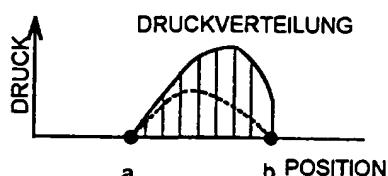
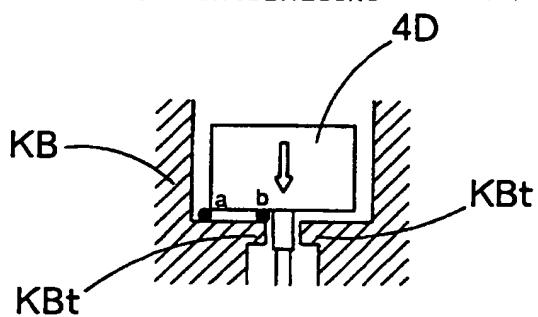


Fig. 7

BEGINN DER VORWÄRTSBEWEGUNG (a)



IN DER MITTE DER VORWÄRTSBEWEGUNG (b)



UNMITTELBAR BEVOR DAS VENTILELEMENT AM SITZ IST (c)

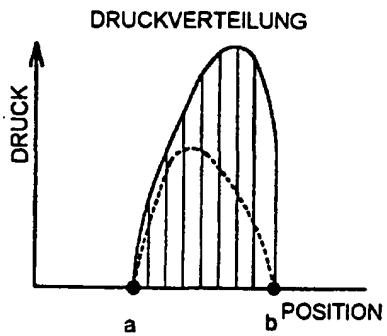
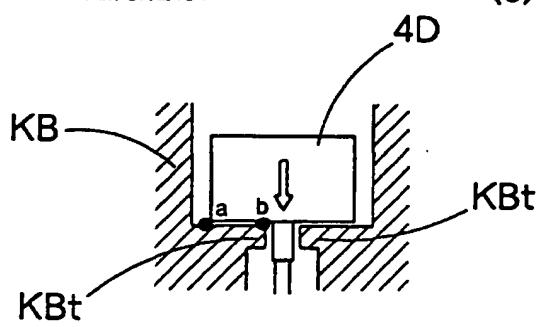
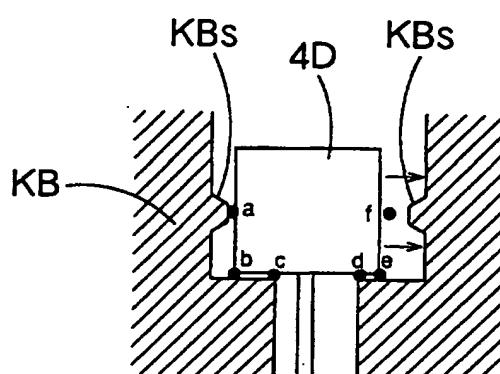
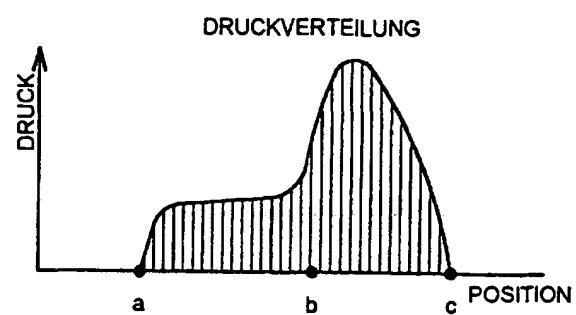


Fig. 8

(a)



(b)



(c)

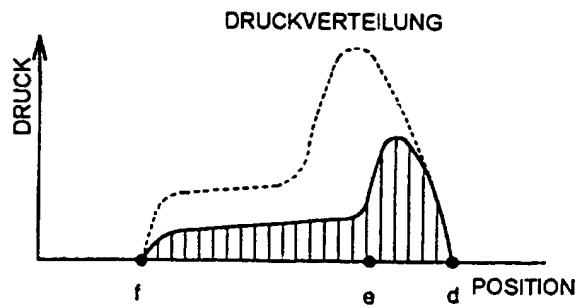


Fig. 9

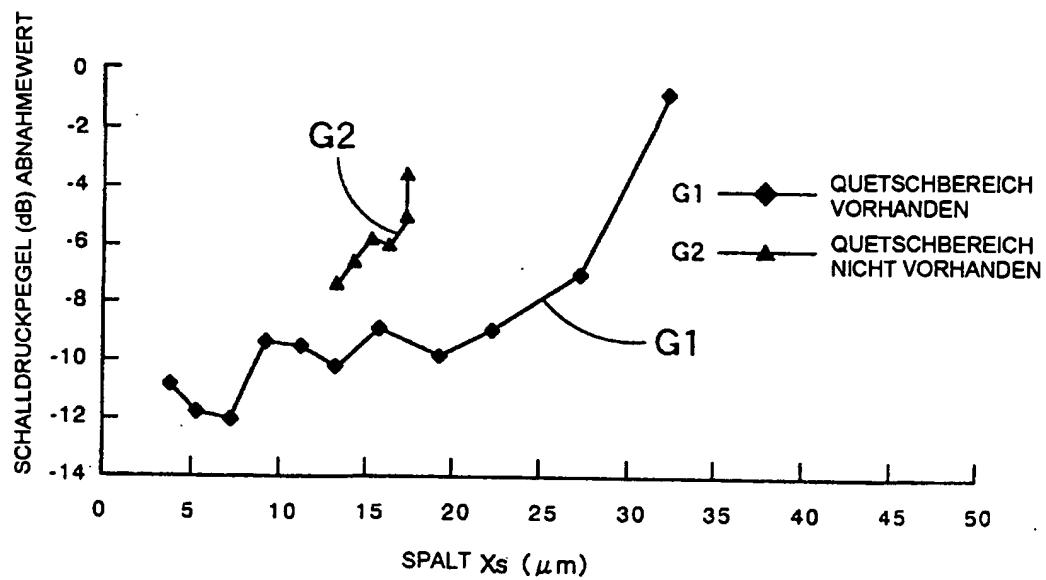


Fig. 10

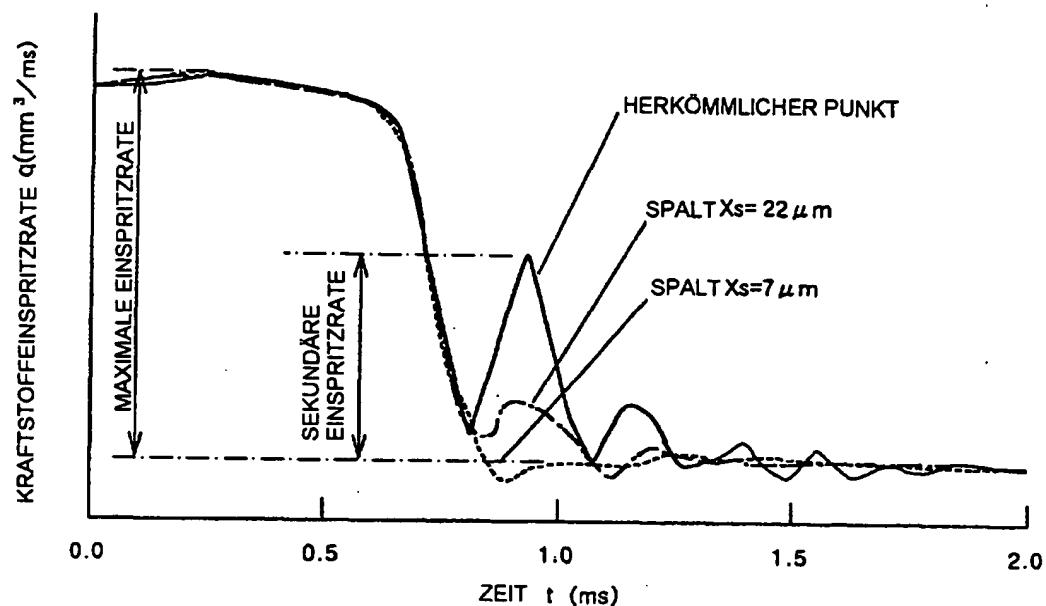


Fig. 11

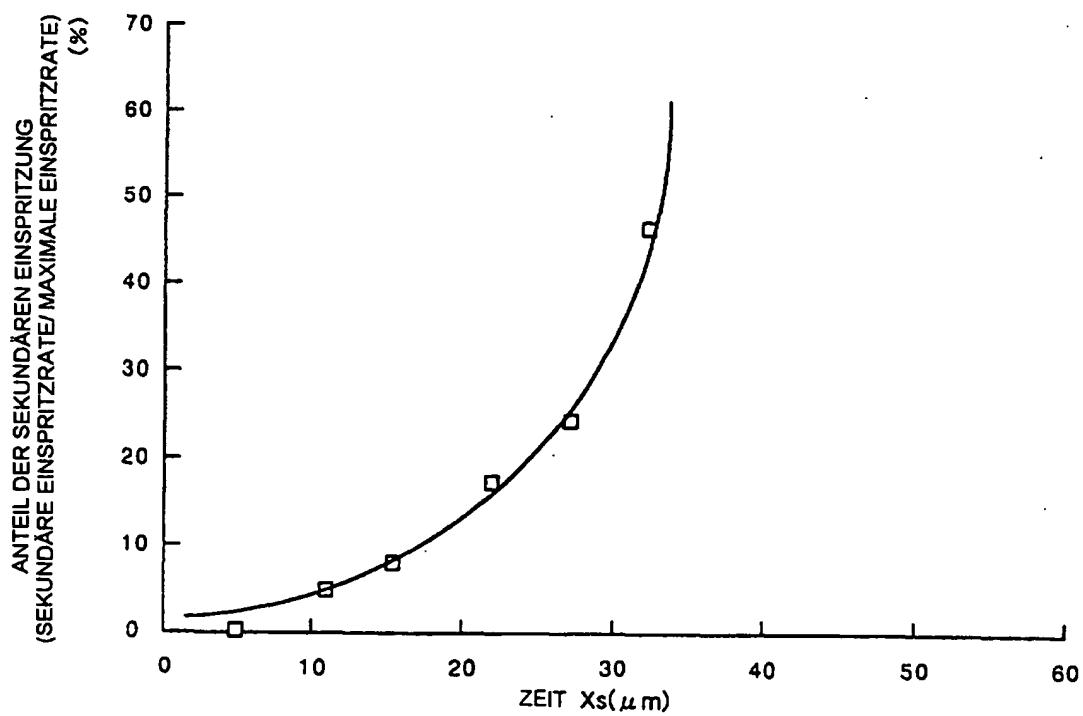


Fig. 12

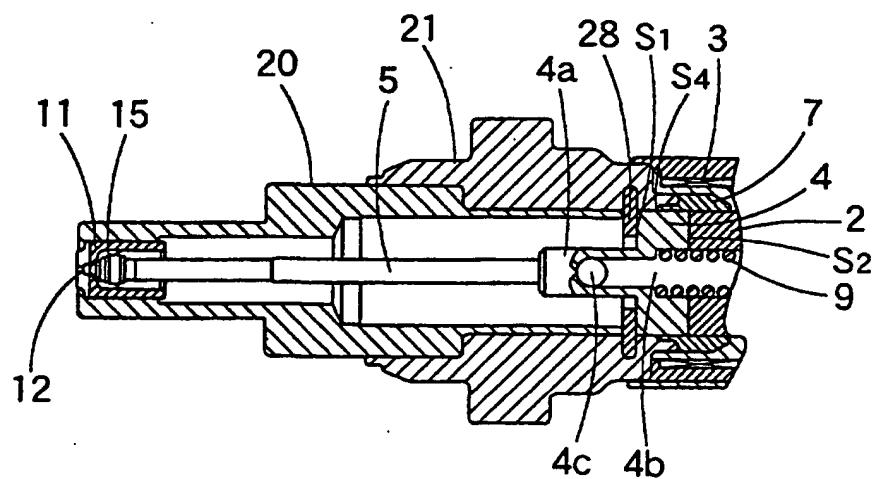
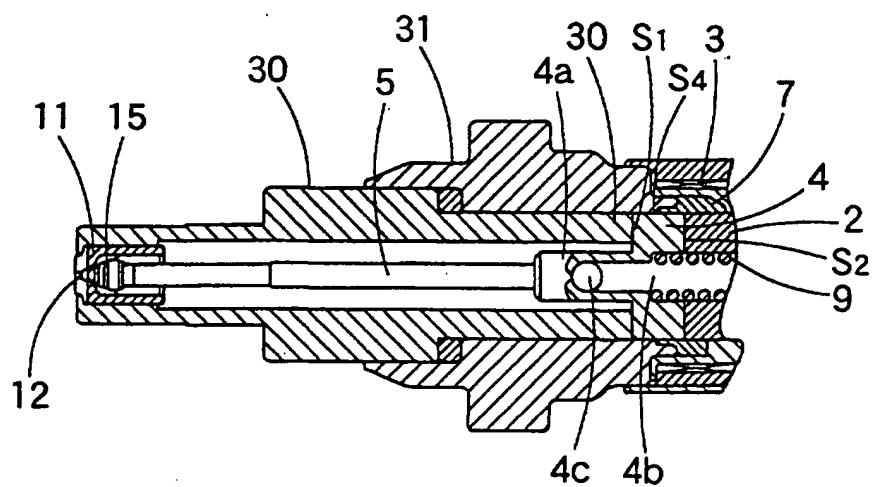


Fig. 13



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**